

CIÈNCIES

Perillositat i gestió de les inundacions al nord del cap de Creus

Per Glòria Furdada,^(*) M. Àngels Marquès,^(*) Pere Mascareñas^(*)

Resum

Aquest article tracta de les rieres situades entre Portbou i el Port de la Selva que estan sotmeses al risc d'inundació. Són rieres on es produeixen inundacions que causen danys i pèrdues econòmiques en béns públics i privats.

S'han caracteritzat, diferenciat i delimitat zones amb més o menys perill d'inundació o inundabilitat. Aquesta zonació s'ha plasmat en una sèrie de mapes d'inundabilitat a escala 1:3000. Es distingeixen tres tipus d'inundabilitat o perillositat: alta, mitjana i zones protegides. En el cas particular de la riera de Portbou, s'afegeix la inundabilitat baixa associada a la presència d'un embassament. La majoria de zones tenen perillositat mitjana. Per establir les freqüències amb les quals es produeixen les inundacions han estat molt útils les informacions d'inundacions anteriors (testimonis personals, fotos, vídeos, etc.). Seria molt necessari enregistrar les properes inundacions i arxivar-ne els documents. Per aquest motiu, en aquest treball, demanem que tothom que disposi d'informació referent al tema la faci arribar a l'IEE (fitxa Annex 1).

Paraules clau

Nord del cap de Creus, rierades sobtades, inundacions, risc, gestió, mètode geomorfològic integrat

Abstract

This paper deals with the streams located between Portbou and Port de la Selva and that are subject to flood risk. They are streams where flooding is occurring and causing damage and economic losses to public and private property losses.

Areas with more or less danger of flooding have been characterized, differentiated and mapped. This zoning has resulted in a series of flood hazard maps at scale 1:3000. There are three types of flood hazard: high, medium and protected areas. In the particular case of Portbou added low degree of danger due to the existence of a reservoir.

To determine flood frequencies information on previous floods (personal testimonies, photos, videos, etc.) have been very useful. It would be necessary to record the floods that will happen in future and archive these documents. For this reason, in this work we ask to the people who dispose of flood information of this region, to send it to IEE (file appendix 1).

Keywords

Northward of Cap de Creus, flood, flash flood, risk, management, integrated geomorphologic method

Recepció: 29/05/2014 • Acceptació: 10/10/2014.

* Grup RISKNAT. Departament de Geodinàmica i Geofísica, Facultat de Geologia; Universitat de Barcelona.
c/ Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona.
gloria.furdada@ub.edu; m.a.marques@ub.edu; pere.mascareñas@gmail.com

DOI: 10.2436/20.8010.01.155

AIEE, Figueres, 45 (2014), pàg. 229-256

INTRODUCCIÓ

Aquest article tracta de les rieres situades entre Portbou i el Port de la Selva que estan sotmeses al risc d'inundació. Són rieres on es produeixen inundacions que causen danys i pèrdues en béns públics i privats.

El que s'entén per risc d'inundació és, bàsicament, la combinació entre la perillositat d'inundació (més o menys possibilitat que es produeixi el fenomen amb una severitat més gran o menor) i la vulnerabilitat i exposició (més o menys danys que es poden produir).

El problema de les inundacions és un tema d'abast mundial que afecta tant a països subdesenvolupats com als desenvolupats. Les crescudes que inunden els espais pròxims als cursos d'aigua són un fenomen natural i recurrent. Ara bé, amb l'augment de la població i l'atracció que exerceixen els espais propers als rius (disponibilitat d'aigua, topografia plana) s'ha incrementat l'ocupació d'aquests terrenys. Això ha generat un augment dels danys produïts per les crescudes que continuen inundant els terrenys que sempre havien inundat però que ara tenen un ús diferent: cases, fàbriques, etc.

En el nostre context, aquesta preocupació ha portat les autoritats d'àmbit europeu, estatal i autonòmic a legislar per ordenar el territori i determinar els usos en funció del grau de perill d'inundació. En aquest sentit és destacable la Directiva Europea sobre inundacions (DOUE, 2007). L'informe RISKCAT (Vilaplana *et al.* 2008) recull la legislació a escala de Catalunya.

A fi d'aplicar adequadament la legislació vigent és necessari disposar de mapes en els quals s'identifiquin les zones inundables i la seva gravetat. Hi ha diferents mètodes per arribar a aquest objectiu i el més recomanable és la utilització combinada de més d'un mètode, sempre que sigui possible.

Ara bé, hi ha mètodes molt potents que utilitzen programes informàtics molt sofisticats (per exemple HEC-RAS o Hec.GeoRAS), però que poden donar resultats molt acurats o no, segons la quantitat i qualitat de les dades que s'introdueixen en el programa. Aquestes dades són, entre altres, topografia molt detallada, sèries de dades de cabals i/o de pluja llargues i representatives, característiques de rugositat dels llits dels rius i de les zones adjacents. És difícil disposar d'aquest tipus d'informació en rius de règim regular, però és pràcticament inexistent en cursos irregulars amb rierades sobtades (*flash flood*) com és el cas, per exemple, de molts rius mediterranis i és també la situació de les rieres objecte d'aquest article.

Un mètode alternatiu que hem fet servir en aquestes rieres és el mètode geomorfològic integrat (MGI). Es va posar a punt per Furdada i Marqués i s'ha utilitzat amb èxit en diferents contextos, per exemple a Nicaragua, (Furdada, Calderón, Marqués, 2008), El Salvador (Fernández-Lavado, Furdada, y Marqués, 2007) o al Marroc (Taous, Obda, Amyay, Laaouane, Tribak, Akdim, Marqués, Furdada, Julià, 2010). P. Mascareñas (2012) l'ha utilitzat i millorat amb la introducció de l'anàlisi multiconca-multifunció a la seva tesi doctoral (<http://www.tdx.cat/handle/10803/77858>) que té com objecte les rieres tractades en aquest article.

L'MGI no necessita les dades indicades anteriorment. Es basa en el treball d'experts en geomorfologia amb criteri per reconèixer els trets indicatius del pas i la dinàmica dels cursos d'aigua i de la influència de les accions de l'home sobre aquestes dinàmiques. Aquestes dades geomorfològiques es complementen amb totes les disponibles sobre inundacions anteriors entre les quals tenen importància cabdal les fotografies, els vídeos, els testimonis personals, els informes, etc.

CARACTERÍSTIQUES GEOGRÀFIQUES I GEOLÒGIQUES DE LA ZONA I DE LES RIERES ESTUDIADES

Es tracta d'una zona amb conques torrencials petites, però en les quals sovint s'originen inundacions que, amb certa freqüència, causen danys importants.

L'estudi comprèn l'àrea de les conques que desguassen al mar entre la punta del cap de Creus i la frontera entre l'estat espanyol i el francès (figura 0). Inclou els termes municipals del Port de la Selva, la Selva de Mar, Llançà, Colera i Portbou.

En quasi tots els municipis hi ha diversos nuclis urbans. Els nuclis principals de cada municipi es troben en creixement des dels anys 60 gràcies

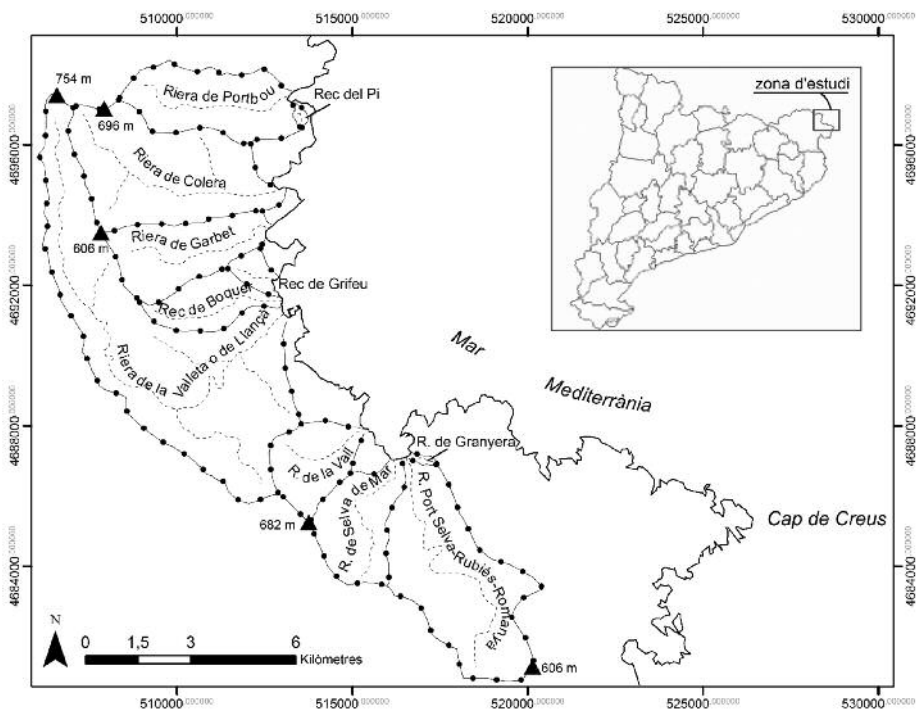


Figura 0. Mapa esquemàtic de situació de les conques estudiades. Les línies discontinúes indiquen les rieres i les de punts grossos els límits de conca.

al turisme amb la construcció de segones residències (habitatges unifamiliars o de blocs d'apartaments) i dels serveis associats. Es distribueixen principalment en 3 emplaçaments: a) als vessants de les valls, buscant el menor preu del sòl i les vistes sobre la costa, b) en terrenys abruptes arran de costa i c) a les zones planes dels fons de les valls, que corresponen a terrasses fluvials i s'estenen fins a la platja. Aquestes últimes són les que tenen problemes de risc d'inundació perquè s'han construït en zones inundables. Antigament, la saviesa popular feia que en general no s'edifiqués en zones inundables.

Actualment, per desconeixement, per interessos econòmics o per desídia es construeix en zones amb perill d'inundació.

El criteri de selecció de les conques s'ha basat en la presència de risc d'inundacions, és a dir, on convergeix el perill d'inundació amb la possibilitat de danys a elements exposats (per exemple cases). Es poden originar riscos importants en conques molt petites, i riscos nuls en conques relativament

grans i amb avingudes importants. Així, es van descartar rieres com la de Tavellera, de Talabre o de Tamariua. Per contra, s'han introduït conques petites com el rec de Granyera, al nucli urbà del Port de la Selva; les rieres del Boquer i de Grifeu, a Llançà; la riera de Garbet, a Colera, i la riera del Pi, a Portbou (taula 1).

Taula 1. Conques i rieres de l'estudi a l'àrea del Mar d'Amunt

Municipi Conca	Superfície (km²)	Longitud (m)	Cota de capçalera (m)	Pendent (m/km)
Municipi de Portbou				
Riera de Portbou	8,16	5.100	697 (Puig Tarabaus)	136
Rec del Pi	0,19	995	235 (Puig del Claper)	236,2
Municipi de Colera				
Riera de Colera o de Molinàs	14,62	6.800	697 (Puig Tarabaus)	102,5
Riera de Garbet	7,50	5.800	606 (Puig d'Esquers)	104,5
Municipi de Llançà				
Riera de la Valleta o de Llançà i afluents	28,50	14.500	757 (Puig d'en Jordà)	52,2
Rec del Boquer	3,50	4.100	405 (Puig Tifell)	98,8
Rec de Grifeu	0,70	1.375	165 (Puig de la Coma d'en Ral)	120,0
Municipi de la Selva de Mar				
Riera de Selva de Mar	4,55	4.286	670 (St. Salvador de Verdera)	156,3
Municipi del Port de la Selva				
Riera de la Vall	4,58	3.100	630 (Sta. Helena)	203,2
Riera del Port de la Selva, de Rubiès o de Romanyac	14,95	7.760	606 (Puig Penl)	78,1
Riera de Granyera	0,12	827	200 (Puig Traïc)	241,8

Els principals trets del clima en relació amb les inundacions són les pluges, més freqüents durant la tardor que és quan es donen els màxims pluviomètrics (superen els 200-220 mm segons Clavero *et al.*, 1996). Les pluges intenses i de curta durada són les que solen causar les rierades i les inundacions, especialment en situació de temporal de llevant. Aquests temporals aporten masses d'aire molt humit, que en arribar a terra i topar amb els relleus de les capçaleres de les valls originen pluges molt sobtades. A aquesta situació, cal afegir l'efecte dels temporals de mar associats que dificulten el desguàs dels rius i poden incrementar el fenomen de les inundacions. Quant als vents, a més del llevant, cal destacar la tramuntana, vent del N o del NW.

L'element principal del relleu és la serralada dels Pirineus, que constitueix la divisòria d'aigües i l'estatal. La part corresponent a l'àrea d'estudi es limita als vessants meridionals. La costa és escarpada, interrompuda per cales o platges que coincideixen amb les rieres, és a dir, amb les desembocadures de les valls. Les més amples corresponen a les valls més importants: Llançà i el Port de la Selva.

Les rieres tenen una morfologia característica: a) la part alta amb valls encaixades i molt estretes i pendents, b) part mitjana amb l'inici de les terrasses (vegeu explicacions més endavant) i c) part baixa amb desenvolupament i extensió en amplada de les terrasses.

El substrat rocós de les conques està constituït per roques metamòrfiques paleozoiques. Per sobre hi ha els materials terrígens de formació recent (Quaternari), al·luvions i col·luvions que es troben formant terrasses, cons al·luvials o de dejecció i piemonts. Els més significatius són els al·luvions, que es distribueixen formant les anomenades terrasses, ja que proporcionen informació geomorfològica de vital importància de cara a la interpretació del comportament de les aigües en els torrents i en el conjunt de les valls. Els al·luvions són els sediments resultants de l'acumulació dels materials transportats per les aigües de les rieres i dipositats al llarg de la traça de cada vall, a mida que les aigües van perdent energia i capacitat de transport. Provenen de fragments de les roques del substrat i són principalment graves arrodonides amb molt poca matriu (material fi). Poden contenir elements de grans dimensions amb blocs de mides decimètriques i fins a mètriques.

Les terrasses són formes planes, lleugerament inclinades aigües avall, que ressegueixen els rius i les rieres a partir d'un cert punt de les valls. En l'espai d'aquest estudi s'han pogut diferenciar 2 terrasses (amb gruixos variables de fins a 3 m):

a) una terrassa actual, anomenada T_0 , que ocupa el fons dels llits o lleres dels torrents,

b) una altra més elevada, anomenada T_1 , que forma un replà separat de la T_0 per un escarpament d'alçades variades (entre l'1,8 i els 2,5 m de desnivell).

Com a materials recents, cal citar també els cons al·luvials o de dejecció, formats per sediments acumulats en punts amb un canvi brusc de pendent del llit del torrent, molt freqüentment en les confluències de cursos menors quan desemboquen en un curs de més importància. Les zones d'aquesta tipologia també poden ser afectades per les rierades. A la zona litoral hi ha els sediments de platja, resultants bàsicament de l'acumulació de materials arrossegats per les rieres i, posteriorment, retreballats per les aigües marines.

Altres materials recents són d'origen antròpic, i es tracta de terres remogudes, aportades o abocades per l'home. Hi ha importants acumulacions molt recents de terres, que han estat aportades amb diferents intencions. Pel tema de les inundacions, cal destacar els terraplens i dics construïts per elevar el terreny i/o contribuir a la contenció de les aigües en moments de crescuda. Altres que poden incidir directament o indirectament en les inundacions, o no, són, per exemple: a) terraplens lineals del ferrocarril amb (alçades de fins a 12 m), i de les carreteres, b) abocadors de deixalles i de terres, c) escombreres de mines i de pedreres.

En aquest context, la vegetació més o menys espontània és poc densa amb matolls, arbusts (és a dir, una brolla) i encara queden algunes zones de bosc, que se situen als vessants més elevats i allunyats de les poblacions, i preferentment als vessants d'obaga. Pel que fa als conreus, cal esmentar la vinya, reintroduïda després de la fil·loxera, els fruiters, els olivets i l'horta.

COM FUNCIONEN AQUESTES RIERES I LES SEVES CONSEQÜÈNCIES

Aquestes rieres tenen una dinàmica caracteritzada per un règim molt irregular. La major part de l'any estan seques o amb cabals molt petits i, per altra banda, es produeixen crescudes sobtades o rierades que poden produir desbordaments i inundacions sobtades (en anglès *flash flood*) més o menys greus.

La dinàmica de tipus rierada sobtada o *flash flood* esta associada a una sèrie de característiques de les conques i de la meteorologia, cosa que les rieres objecte d'aquest estudi/article aconsegueixen totalment. Per una banda, es tracta (vegeu taula 1) de conques petites, amb valls estretes i pendents forts que concentren i transporten ràpidament l'aigua cap al riu i dins el riu. Per altra banda, les precipitacions són irregulars i es poden assolir quantitats i/o intensitats elevades.

Tal com s'ha explicat abans, a la part alta de les rieres, les valls i els cursos/llits són estrets i, per tant, el resultat de la crescuda és un augment del nivell i de la profunditat de l'aigua, però que no implica una extensió lateral de l'aigua. En canvi, aigües avall, a les zones més planeres, on la riera ja ha construït terrasses, el fenomen predominant és l'extensió lateral de la zona que s'inunda. Segons sigui la quantitat de cabal, la crescuda ocuparà només la llera, que s'ha anomenat terrassa baixa o T_0 , o s'estendrà pel replà següent de la terrassa T_1 , amb més o menys calat (gruix o alçada de la làmina d'aigua).

Una altra característica important del funcionament d'aquestes rieres és la velocitat del corrent i la seva capacitat i competència. Deixant de banda la

part alta de les rieres, on no hi ha ni terrasses ni població, els corrents poden assolir velocitats elevades, especialment en l'espai ocupat per la terrassa baixa T₀ (figures 1 i 2).



Figura 1. Imatge indicativa de la velocitat i l'alçada de l'aigua, que arriba a nivell del primer pis, a l'inici de la Rambla de Portbou, a la riera de Portbou (3/10/1987, foto vlcsnap-36506, retallada del vídeo Garcia 1987).



Figura 2. Una altra imatge que indica la violència i la velocitat de l'aigua a la Rambla de Portbou (3/10/1987, foto vlcsnap-36506, retallada del vídeo Garcia 1987).

L'aigua, amb aquestes velocitats, és capaç de transportar grans quantitats de material de tot tipus: còdols, blocs, troncs, cotxes, mobiliari, etc. Alguns exemples es poden veure a les figures 3 i 4.

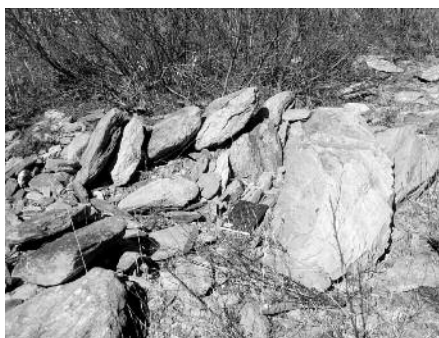


Figura 3. Còdols i blocs imbricats a la terrassa T₀; la llibreta permet valorar les mides (foto M.A. Marqués. 19/3/2009).



Figura 4. Vehicle i brossa acumulats després de la inundació al Passeig de Portbou, (3/10/1987, foto vlcsnap-36506, retallada del vídeo Garcia 1987).

A la figura 5, es veu la canalització del tram final de la riera de Colera i la quantitat de material acumulat (cal tenir present que hi ha un servei de manteniment de la canalització que neteja i retira el material acumulat).

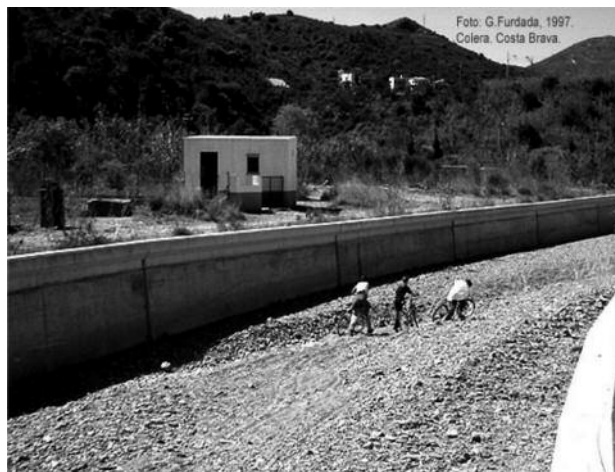


Figura 5. Sediments sobre la llosa de la canalització de Colera, després de la riuada del 13 /11/1997 (foto G. Furdada).

El material arrossegat pel corrent prèviament ha estat arrancat per la força erosiva de l'aigua. El material erosionat pot provenir del llit de la riera, dels marges dels camps, etc. Alguns efectes o conseqüències són: el trencament de dics o motes, l'erosió, el descalçament i l'enfonsament de ponts i altres construccions i també diverses acumulacions, quan la força de l'aigua disminueix.

Una altra conseqüència associada tant a l'aigua com al material transportat i a l'erosió incideix sobre les vies de comunicació produint interrupcions de trànsit o destrucció amb efectes derivats sobre l'economia (per exemple problemes d'abastament).

A aquestes característiques, cal afegir-ne una altra de molt important per a la gestió del problema de les inundacions tant a escala personal com institucional: es tracta del temps per alertar la població. En aquestes rieres, el temps d'alerta és molt reduït, ja que el temps que passa des que plou fins que es produeix la crescuda i la inundació és també molt breu.

La gravetat de les conseqüències de les crescudes i inundacions dependrà de dos pilars bàsics: 1) de la quantitat, velocitat i alçada de l'aigua associada a l'episodi meteorològic i 2) de la quantitat i valor dels elements exposats.

ACTUACIONS DAVANT DE LES INUNDACIONS

Davant del problema de les inundacions hi ha una gran diversitat de possibles actuacions. Es poden classificar de diverses maneres, i en aquest apartat es farà un repàs de les més importants, així com de les tendències/recomanacions actuals.

S'ha vist a escala mundial que, malgrat les inversions cada vegada més grans per reduir el risc d'inundacions, les pèrdues econòmiques, contràriament al que caldria suposar, augmenten (Vilaplana *et al.* a RISKCAT 2008 i Ferrer *et al.* 2006). La principal raó d'aquesta paradoxa és que l'ocupació i el desenvolupament de les zones inundables és un fenomen creixent. Aquest fet es produeix perquè les zones properes al riu presenten una sèrie d'avantatges: per una banda, són planes i, per tant, faciliten la construcció d'edificis i vies de comunicació i, per l'altra, tenen disponibilitat d'aigua. L'inconvenient, que generalment o bé es desconeix o s'infravalora, és el perill d'inundació.

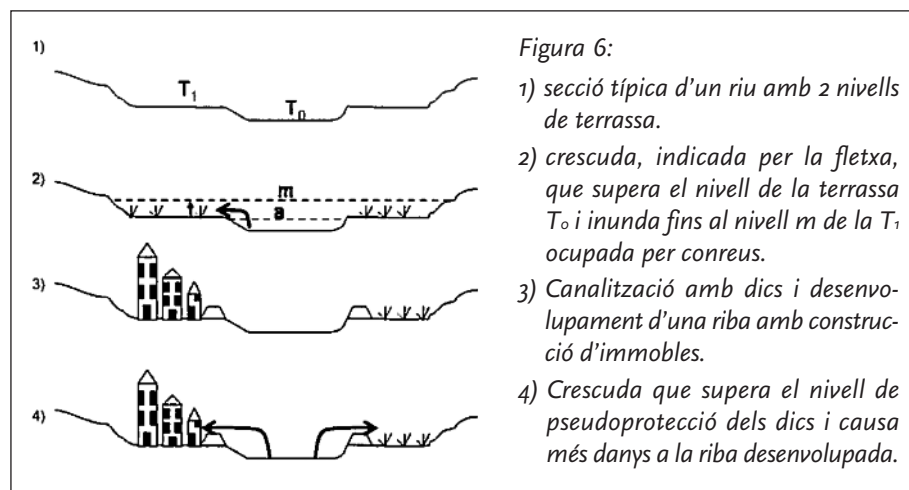
Al nostre país, fins aproximadament els anys 60, les poblacions se situaven majoritàriament fora de l'abast de les inundacions. La tradició i la comunicació de pares a fills mantenia el coneixement d'aquest problema i l'abast dels territoris afectats.

El desenvolupament urbanístic ha obviat el problema de les inundacions sovint empès per pràctiques especulatives, per desconeixement o, també, amb la confiança o esperança que es faran mesures de protecció contra les inundacions.

La tendència actual de la comunitat internacional davant el problema de les inundacions és l'ordenació del territori en funció de la perillositat d'inundació. Existeixen legislacions i recomanacions europees, estatals i autonòmiques que aborden aquest tema (DOUE, 6/11/2007; BOE, 15/07/2010; DOGC, 24/07/2006, Vilaplana, 2008). S'estableixen zonacions segons el grau de perillositat, s'especifiquen quines són les característiques de cada zona en relació amb la inundabilitat i les limitacions pel que fa al desenvolupament i ús de cadascuna d'elles. Perquè les administracions puguin realitzar ordenacions del territori coherents i els individus puguin conèixer el seu entorn són necessaris els mapes d'inundabilitat. Vegeu: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/espais_fluvials/inundabilitat/inundabilitat.htm

Ara bé, les mesures més conegudes i reclamades pels afectats per les inundacions són els dics de contenció o les motes (d'obra, de pedra seca o de terra amb molts exemples a les rieres de la zona: Boquer, Llançà, el Port de la Selva, etc.) i les canalitzacions (per exemple el tram final de la riera de Colera, vegeu figura 5). Se suposa que aquestes obres seran capaces

d'impedir els desbordaments. Aquesta creença no és certa, ja que no és econòmicament rendible construir un dic o una canalització capaç de contenir la crescuda màxima que es pugui produir i, a més, cal un servei de manteniment molt acurat. La conseqüència d'aquesta idea és que genera una falsa sensació de seguretat que actua com a incentiu del desenvolupament a les zones teòricament protegides. Així, quan es produeix una crescuda superior a la que les obres poden contenir o els dics es trenquen, es produeix la inundació, que genera més danys perquè hi ha més béns exposats al perill d'inundació, a partir de la idea errònia de seguretat (figura 6). Cal saber que el risc zero no existeix. S'han de recordar, per exemple, les inundacions produïdes per l'huracà *Katrina* a Nova Orleans "protegida" per dics que no van evitar la inundació, perquè es van trencar o van ser desbordats (<http://www.history.com/topics/hurricane-katrina>).



Per tant, com ja s'ha comentat, les tendències actuals són, en primer lloc, la no ocupació de les zones inundables mitjançant una adequada ordenació del territori, derivada del coneixement del perill d'inundació més o menys greu.

Quan es tracta de zones ja ocupades/urbanitzades s'aconsella disminuir els cabals que arriben a aquestes zones. Això es pot aconseguir actuant aigües amunt de la zona que es vol protegir, deixant o recuperant zones que el riu inundarà quan creixi amb la conseqüent disminució de cabal a la zona urbanitzada aigües avall. Aquesta pràctica, que és coneguda com a laminació de la crescuda, s'està adoptant en rius de molts països, com per exemple el Rin o l'Ebre o el Mississipí (Gobierno de Aragón, 2001; BOA,

2007; Mississippi River Commision, 2007). A la zona objecte d'aquest article, a totes les conques hi ha moltes zones naturals que actuen així perquè eren i continuen sent inundables, ja que es dediquen a l'agricultura. En canvi, si aquestes zones es protegissin amb dics, no permetrien la laminació de la crescuda i incrementarien el perill d'inundació aigües avall. Els embassaments també poden regular les crescudes, però sempre tenen el perill per trencament o disfunció (cal recordar per exemple la presa de Tous). A les rieres, al N del cap de Creus, només hi ha l'embassament de Portbou, destinat a l'abastament d'aigua. Aquest embassament, construït el 1975, no va ser eficaç per evitar la inundació de l'any 1987 (vegeu figures 1 i 2). No creiem que aquest tipus d'actuació sigui aconsellable a la zona d'estudi.

Una altra actuació per a minimitzar especialment les pèrdues de vides humanes són les alertes, és a dir, avisar la població abans que es produeixi una inundació. Això és útil sempre que es pugui predir amb antelació suficient perquè la població adopti les mesures necessàries per fer-hi front (evacuar, anar a pisos més elevats, etc.). Quan es tracta de rieres i rius on es produeixen crescudes sobtades molt ràpides, i especialment en rieres molt curtes, com en el cas de les rieres del nostre estudi, aquesta mesura de moment no és viable. En aquest escenari, des que plou fins que la riera creix, arriba a la zona urbanitzada, es desborda i produeix la inundació, no hi ha temps suficient de fer alertes vàlides. En un futur, amb el desenvolupament dels radars meteorològics es podran fer alertes més precises i amb més temps de reaccionar ("tempranes"). Això serà possible pel coneixement anticipat de la trajectòria de les tempestes, de la previsió dels volums de precipitació i de la relació fiable entre les característiques de les precipitacions i la generació d'inundacions.

Les actuacions esmentades fins ara són dins l'àmbit institucional. Ara bé, la població a escala individual també s'intenta protegir de diverses maneres contra els danys que provoquen les crescudes i inundacions. La més habitual, a les zones amb inundacions freqüents i molt utilitzada al territori, és la col·locació de posts de fusta o de ferro amb unes guies fixades a les parets que permeten posar-les i treure-les fàcilment, i que es col·loquen davant de les portes (figura 7). Si es tracta de locals menys utilitzats o d'ús temporal, (per exemple durant la temporada turística) sovint es construeixen petits murs d'obra que es retiren quan s'acaba el període (figura 8). Una altra mesura molt utilitzada és l'aixecament del nivell als habitatges, locals, etc., i el seu accés mitjançant una sèrie de graons adequats a l'alçada que assoleixen les aigües de les inundacions. Aquestes actuacions indiquen la preocupació de la població i la presència real del perill d'inundació.



Figura 7. Post de fusta amb guies al restaurant El Xalet, al Port de la Selva (foto P. Mascareñas 2008).



Figura 8. Muret d'obra al carrer Castellar de Llançà (foto P. Mascareñas 2007).

Així, especialment en zones on la població varia molt estacionalment o on s'ha perdut la memòria històrica de les inundacions, perquè la societat pugui saber quines zones s'inunden i amb quina gravetat són necessaris els mapes d'inundabilitat, on s'identifiquen zones amb diferents graus de perillositat.

MAPES D'INUNDABILITAT

Una de les millors maneres per conèixer de forma clara el problema de les inundacions és a través dels mapes que delimiten les zones sotmeses a diferents graus de perill d'inundació. Són els mapes que s'anomenen mapes d'inundabilitat, de perill o de perillositat d'inundació. La diferència entre perill i perillositat d'inundació és la següent: perill indica la presència o absència del fenomen (aquí inundació, però pot ser d'allaus, de terratrèmols, etc.) i perillositat indica un escalat de perill, és a dir, més o menys greu en funció d'una sèrie de criteris/ variables.

En el cas de les inundacions el criteri més utilitzat és la freqüència d'inundació. La classificació pot ser qualitativa (per exemple: alta, mitjana, baixa) o quantitativa (1 vegada en 10, 100 o 500 anys com a mitjana), vegeu: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/publicacions/espais_fluvials/inundabilitat/inundabilitat.htm)

L'establiment de freqüències quantitatives vàlides, és a dir que representin realment el funcionament de la conca, és molt difícil i problemàtic. El millor és disposar de sèries de cabals representatives i llargues (ja que es tracta d'establir freqüències de fins a 100 i 500 anys,

perquè són les més demanades dins l'àmbit legal). Això es fa amb mètodes probabilístics. El mateix s'aplica a les precipitacions associades a les inundacions; el problema afegit, quan es realitzen càlculs probabilístics, és que la crescuda pot estar produïda per una pluja, per exemple de 250 litres en 3 h, o una menor pluviositat, però després d'una sèrie de dies de pluja, fet que complica molt els càlculs.

Les altres informacions fonamentals per establir, afinar o validar les freqüències d'inundació són les relatives a les inundacions anteriors i històriques. Es tracta de dades de tot tipus: fotografies, vídeos, testimonis presencials, reculls, informes, marques, documents d'arxius, etc.

Per a classificar les zones segons la inundabilitat, l'altre criteri que es pot fer servir, a més de la freqüència, és la magnitud o intensitat de la crescuda/inundació. Es defineix segons el calat (gruix de la làmina d'aigua) i la velocitat. Sovint es combinen els criteris de freqüència i magnitud, en canvi, el temps d'alerta pràcticament no s'utilitza.

Ara tractarem molt breument com s'arriba als mapes d'inundabilitat en aquest treball, és a dir, com s'identifiquen les diferents zones i després com i quins tipus d'inundabilitat s'han establert (aquesta informació es pot ampliar a la tesi doctoral de P. Mascareñas 2012 (<http://www.tdx.cat/handle/10803/77858>)).

El reconeixement de les zones que s'inunden s'ha fet sobre el terreny per geòlegs o geògrafs, experts en geomorfologia. La geomorfologia permet identificar i cartografiar una sèrie de formes i indicadors generats per l'activitat/dinàmica dels cursos d'aigua (rieres o rius). El més destacable són les diferents terrasses (T_0 i T_1), els escarpaments, els cons al·luvials i els diferents tipus de línies o canals de circulació de l'aigua (especialment les línies de circulació preferent, de forma concentrada i amb més velocitat sobre les zones inundades de la T_1).

També s'identifiquen i cartografien els elements realitzats per l'home (punts, dics, canalitzacions, terraplens, etc.) que poden modificar el funcionament de les rieres. Aquests elements poden incrementar o disminuir el perill d'inundació. Per exemple, hi ha punts que redueixen la secció del riu/riera i provoquen obstruccions que deriven en desbordaments (figures 9 i 10). Aquestes informacions, així com les dades d'inundacions anteriors (que anomenem històriques), es recullen i s'indiquen sobre els mapes com a punts crítics i d'informació històrica. També es cartografien, amb una trama, les zones on s'han pogut reconstruir inundacions històriques.



Figura 9. Exemple de pont que redueix la secció de la riera, provoca obstrucció i afavoreix el desbordament. Es cartografia com a punt crític (foto P. Mascareñas 2008).



Figura 10. Obturació per brossa en un petit pont, que va fer desbordar l'aigua al camí situat a l'esquerra (Vil·la Antònia riera de Portbou, foto M. Roman, 8A, octubre 1987).

El mapa resultant s'anomena mapa geomorfològic integrat (MGI). Aquests mapes i tota la recerca associada donen les bases per a poder arribar a l'objectiu final que és la classificació dels espais fluvials en funció de la major o menor freqüència i magnitud de les inundacions i, finalment, la seva visualització en els mapes d'inundabilitat (figura 11). Tots els elements, tant de la cartografia geomorfològica com d'inundabilitat, s'han representat sobre una base combinada de topografia i ortofotografia (vegeu el mapa de la figura 11).

S'han pogut diferenciar tres tipus d'inundabilitat o perillositat: alta, mitjana i zones protegides. En el cas particular de la riera de Portbou, s'afegeix la inundabilitat baixa associada a la presència d'un embassament construït el 1975. Les zones de perillositat o inundabilitat alta són aquelles on a cada conca la freqüència, el calat i la velocitat són les més altes. Poden variar d'una conca a l'altra i en cada episodi d'inundació, però són de l'ordre d'una o més vegades any, amb calats superiors a 1,5 m, i la velocitat pot superar 1 m/s en canals naturals i 3,4 m/s en canalitzacions; corresponen a la terrassa baixa T₀ o lleres. La majoria de zones inundables de la regió tenen perillositat o inundabilitat mitjana. La inundabilitat mitjana indica que la zona pot ser inundada amb calats o gruix de làmina d'aigua (inferior a 1 m), velocitats i freqüències inferiors al tipus anterior d'inundabilitat (freqüències de l'ordre de 3 anys de mitjana; vegeu l'apartat «Registre d'inundacions històriques, exemples i resultats»). Aquestes variables, com en el tipus

anterior, poden tenir valors diferents segons les conques, però sempre seran de perillositat menor que el tipus anterior.

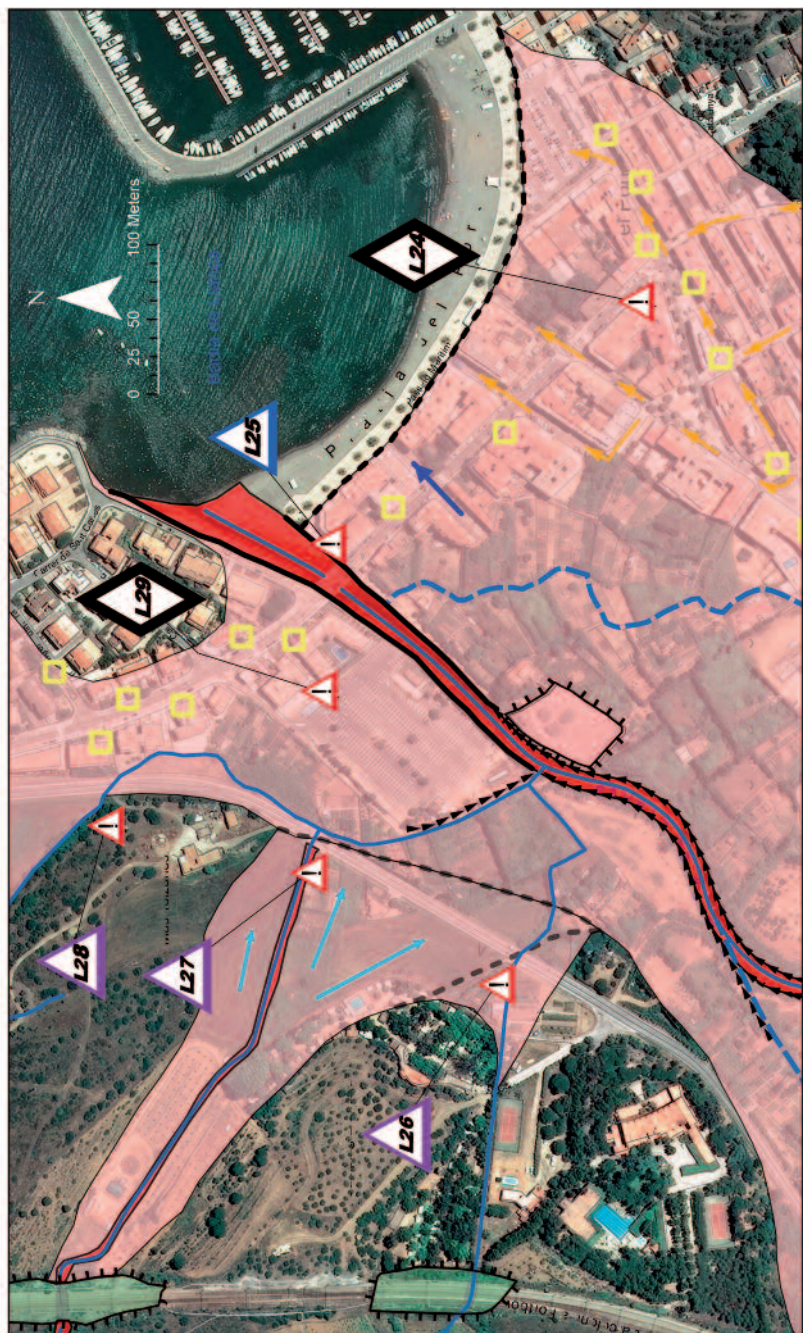
Finalment, les zones que s'anomenen protegides tenen protecció de tipus dic o canalització, però es poden inundar si es produeix una crescuda més gran que la que pot contenir l'obra, aquesta es trenca o no té un manteniment adequat. Cal tenir present que el risc zero no existeix.

La figura 11 és un exemple de mapa d'inundabilitat amb la corresponent llegenda (figura 12). Els mapes de totes les conques es poden trobar a la publicació de la tesi de Mascareñas (2012) i a Internet <http://www.tdx.cat/handle/10803/77858>

Aquest mapa correspon a la part final de la riera de Llançà. La zona vermella és la que té el màxim perill d'inundació i s'ha classificat d'inundabilitat alta. Destaca la gran extensió de la zona d'inundabilitat mitjana, indicada en rosa, que ocupa la major part del terreny i on es pot veure que hi ha edificis, cases, carrers, etc. Un altre aspecte remarcable són els quadrets grocs que indiquen la presència de proteccions puntuals contra les inundacions (posts, murets de maó, graons per elevar els accessos, etc.) que reflecteixen clarament la presència del perill d'inundació. Les línies i les fletxes grogues i blaves representen diferents tipus de circulació d'aigua (vegeu llegenda). Altres elements són els triangles vermells d'avís que indiquen la localització de punts crítics de diferent tipologia (indicats per triangles de colors vermell, blau o lila, amb el codi d'identificació a l'interior) i els punts on es disposa d'informació històrica (rombes negres). També s'han representat les obres que interfereixen sobre el perill d'inundació com motes, dics, murs, canalitzacions, etc. (majoritàriament amb símbols lineals negres).

A la majoria de conques, l'edificació anterior als anys 60 està situada fora de l'abast de les inundacions. Una excepció és Llançà, on el nucli més antic, anomenat la Vila, ja estava situat a la zona d'inundabilitat mitjana, sobre la terrassa T₁ (excepte un petit sector que està ubicat sobre un petit turó). En canvi, pel que fa als camins, és freqüent que ocupessin ja des d'antic zones d'inundabilitat alta a les lleres o la terrassa T₀.

A partir del creixement turístic i de les segones residències, les urbanitzacions van ocupant progressivament les zones inundables del tipus d'inundabilitat mitjana dels trams finals de les rieres. Són les zones amb més atractius, ja que són planes i properes al mar. Per altra banda, hi ha zones amb projectes d'urbanització en zones clarament inundables (inundabilitat mitjana), probablement perquè el preu del sòl és més econòmic o perquè es confia en futures obres de protecció.







CARTOGRAFIA D'INUNDABILITAT
Pere Mascareñas i Rubiés - 2011

Conca de Llançà
Mapa núm. 1

Figura 11. Exemple de mapa d'inundabilitat o de grau de perill d'inundació corresponent al tram final de la riera de Llançà. Es pot observar l'extensió corresponent al grau d'inundabilitat mitjana. També es poden veure alguns punts crítics per possible obstrucció (en il·la) per desbordament freqüent (en blau) i les posts i altres sistemes per evitar l'entrada d'aigua als edificis (Mascareñas 2012).

LLEGENDA D'INUNDABILITAT O DE PERILLOSITAT D'INUNDACIÓ

	Inundabilitat alta: velocitat en moments de crescuda > 1m/s en canals naturals i > a 3,4m/s en canals amb fons pavimentat, calat pot ser superior a 1,5 m i freqüència d'inundació alta (< 10 anys).
	Inundabilitat mitja: calats < 1 m, velocitats i freqüències inferiors al tipus anterior
	Inundabilitat baixa
	Zona protegida

Elements complementaris

	Límit		Túnel o passos sota estructures
	Límit variable		Terraplens de gruix >1m
	Escarpament		Parets o murets de pedra seca
	Curs principal		Esculleres
	Curs secundari		Motes o dics
	Línia de circulació preferent		Gabions
	Circulació preferent no associada a torrents		Proteccions puntuals
	Zona generalitzada de pas d'aigua		Avis de localització
	Soscavació		Guals
	Murs		Punts de desbordament freqüent
	Canalitzacions laterals		Punts d'obstrucció o estretament
	Canalitzacions laterals amb fons		Punts d'informació històrica.
	Canalitzacions cobertes o soterrades		

Figura 12. Llegenda del mapa d'inundabilitat. Els rectangles en color indiquen la inundabilitat o perillositat d'inundació: alta, mitjana i baixa. Els elements complementaris aporten més informació sobre el problema de les inundacions, indicant per exemple: a) tipus de curs i circulació d'aigua, b) obres que condicionen o controlen les inundacions (murs, canalitzacions, dics, etc.), c) punts crítics (amb triangles de color: guals, desbordament freqüent, obstrucció o estretament) i punts d'informació històrica (rombe negre).

REGISTRE D'INUNDACIONS

Inundacions històriques: exemples i resultats

Referent a les informacions d'inundacions anteriors o històriques posarem alguns exemples de la zona d'estudi.

A partir de les diferents dades s'ha pogut concloure que la inundació més gran dels segles xx i xxi, fins al moment de redactar aquest article, la major inundació registrada correspon a l'any 1987. Han estat molt valuosos els vídeos de Portbou (realitzats pel Sr. García) i el de Colera (realitzat per un turista anònim) a la part final de les rieres. També cal destacar les sèries de fotografies de M. Roman, que recull molts trams de la riera de Portbou des del mas Budellers, a la part mitjana de la riera, fins a la desembocadura al mar. Els documents recollits han donat idea dels danys, però també de les característiques dinàmiques de crescuda (alçada d'aigua, mida dels blocs transportats, erosió, etc.) figures 13, 14, 15 i 16 i vegeu també les figures 1, 2, 4 i 10.

En realitat, els documents gràfics que s'han pogut trobar, així com les informacions escrites han estat poc nombroses. Es poden donar diferents explicacions sobre aquesta qüestió. La més evident és que només es ressenyen les inundacions que afecten a persones, edificacions o carreteres i el cas és que a la majoria de les conques aquests elements, fins als anys 60 estaven fora de l'abast de les aigües. Per tant, no s'enregistraven perquè només afectaven zones de conreu (situades sobre la terrassa T₁, d'inundabilitat mitjana) cosa que estava assumida com a natural o normal.



Figura 13. Vista dels edificis del nucli urbà de Colera prop del passeig marítim i dels horts aigües avall del pont del ferrocarril, el 3 d'octubre de 1987 (foto extreta del vídeo d'un turista desconegut).



Figura 14. Nivell assolit per l'aigua indicat per la broxa i la fletxa, que va entrar als establiments del passeig de Portbou, al vespre de l'aiguat del 3/10/1987 (foto M. Roman, 204).



Figura 15. Enfonsament del carrer de sobre del moll de la riba esquerra del port esportiu de Colera, l'endemà de la rierada (4/10/1987, foto extreta del vídeo d'un turista desconegut).



Figura 16. Camí del pantà al costat de la riera de Portbou, erosionat i amb els tubs de subministrament des de la presa malmesos i descoberts (foto M. Roman, 1987).

Una excepció és Llançà, que és l'única població on es tenen registres des del segle XIX, ja que la major part del barri antic (conegut com la Vila) estava en la zona que s'ha classificat d'inundabilitat mitjana. Es disposa de les descripcions del manuscrit de Joan Baptista Serinyana ("llibreta de memòries"), reproduïdes posteriorment per Josep Clavaguera (1992). A més a més aquest autor, arxiver del Palau de Peralada, afegeix a la mateixa publicació dades extretes de les actes de l'Ajuntament i del cronista Salvi Feliu. En aquesta població (la més documentada de totes les conques) entre 1847 i 1898 es van enregistrar fins a 22 inundacions. Les dades majoritàriament són vagues i imprecises. Les expressions més habituals són: "El pla de Llança és un mar", "La riera esbandí el pla de Llança", "La riera va trencar", "Aiguat extraordinari". N'hi ha algunes més precises que situen l'aigua a la Vila, per exemple al carrer Riamera (ara Salmerón), o el cas del 1849 en què "...l'aigua pels carrers de l'alçada d'un home". En tres ocasions es parla d'ofegats (1 el 1861; 2 el 1863, i 3 el 1897 al mas Llop). A nivell de danys materials les dades són generals: "s'emporta molt oli de les cases" "s'endugué molt d'oli i de vi". La inundació més important d'aquest període del segle XIX és la de 1876 i la informació és més extensa: "El camí del Grill era encerclat de paret i s'ompli d'aigua i s'esbotzà la paret i després rebentà l'altra paret de l'hort d'en Pujol. La riera vingué molt grossa i se'n portà dues cases: la d'en Rodríguez i la d'en Trinxet. Se'n duqué molt d'oli i de vi i molts mobles de tota classe. La gent s'hagueren de salvar nedant.

Se'n portà un corral de bestiar i tot lo de tres botigues de roba, una fleca i tota la farina. Semblava que el món era capgirat i alguns homes vells deien que era el pitjor aiguat que recordaven”.

Alguns exemples documents del segle XX i XXI corresponen a inundacions del 1962, 1969, 1994 i 2005 (figures 17, 18, 19, 20 i 21).



Figura 17. Nucli de la Vila de Llançà, carrer de Salmerón, el 17 d'octubre de 1962. (fullet municipal de Festa Major d'estiu, 1992 i també de l'arxiu J. Verdaguer, A346).



Figura 18. Nucli de la Vila de Llançà, al mateix carrer de Salmerón, l'any 1969 (arxiu J. Verdaguer, A210).



Figura 19. Desbordament de la riera de Portbou a causa de la insuficiència de la boca d'entrada del soterrament sota la Rambla (foto M. Roman, 14, riuada 1/11/1993).



Figura 20. Inundació de l'Av. Mestral al sector Port, pel desbordament de la riera de Llançà, el 19/10/ 1994 (foto R. Corcoll, 19 octubre 1994).



Figura 21. Inundació del carrer de la Platja al Port de la Selva, a nivell de la parada d'autobusos, el 18/10/2005, vist des del Passeig (foto obtinguda del web de l'Ajuntament, DSCN6327).

Gràcies a totes les dades d'inundacions i de les precipitacions associades, recollides per P. Mascareñas, anteriors al 2011 (data de finalització de la seva tesi) ha estat possible acotar les freqüències d'inundació en aquesta zona i tal com es recull en els mapes d'inundabilitat (per més detalls, vegeu la tesi <http://www.tdx.cat/handle/10803/77858>).

Per establir les freqüències, s'ha utilitzat el que hem anomenat anàlisi multiconca-multifunció amb dades de les inundacions i de les precipitacions de totes les conques conjuntament. Els resultats a partir de la base de les inundacions conclouen que la freqüència amb què es desborda la llera o terrassa T_0 i l'aigua ocupa la T_1 és com a mitjana de l'ordre de 3 anys; seria la freqüència associada al tipus d'inundabilitat mitjà. A la taula 2, hi ha els resultats dels segles XIX i XX-XXI. Cal recordar que aquesta freqüència indica el desbordament i l'ocupació de la terrassa T_1 , però no la gravetat de l'episodi, és a dir, no s'han pogut fer més diferenciacions per manca de dades. Les inundacions més importants i greus han estat les de 1876 i de 1987.

Taula 2. Resum de les freqüències de desbordament a la zona d'estudi

	S. XIX (dades de Llançà)	S. XX-XXI (a la conca de Llançà)	S. XX-XXI (al conjunt de les conques)
Freqüència mitjana	2,3 anys	3,2 anys	2,87 anys
Rang de variació	1 mes a 11 anys	8 mesos a 8 anys	8 mesos a 8 anys

Properes inundacions: què caldria enregistrar

Quan hi ha una inundació el més fàcil de fer són fotografies i vídeos i més ara amb els aparells actuals com telèfons intel·ligents, càmeres digitals o tauletes.

Les imatges s'han de complementar amb dues informacions molt importants. Per poder reconstruir l'abast de les zones afectades, cal localitzar les imatges. A més, si es veu l'aigua cal saber si la imatge correspon al nivell màxim assolit o és de quan estava pujant o ja havia començat a baixar. Per això cal conèixer el dia i l'hora. Per exemple, al vídeo de la inundació de Colera el 1987 es veuen diferents moments de la crescuda (figures 22 i 23), però el més alt que enregistra (figura 23) no es pot afirmar si es tracta del nivell màxim assolit per aquesta riuada. Passa el mateix als episodis recollits a les fotos de les figures 1, 2, 13, i de la 17 a la 21.



Figura 22. Vista de l'inici de crescuda amb la llera plena, el 3 d'octubre de 1987 des del balcó on es va fer la filmació (punt històric C18) (foto extreta del vídeo d'un turista desconegut).



Figura 23. Mateixa zona que la foto anterior amb la superfície ocupada per l'aigua el mateix dia 3 d'octubre de 1987 (foto extreta del vídeo d'un turista desconegut).

Seria important també enregistrar les petites inundacions, és a dir, els desbordaments de les rieres encara que el calat (gruix de l'aigua), o la velocitat o els danys siguin petits. És evident que generalment quan algú pensa en inundació ho associa amb les inundacions greus que fan danys i per aquest motiu només es té referència d'aquestes. Ara bé, inundació en sentit estricte vol dir cobrir d'aigua un terreny i no s'especifica res més. O sigui, el terme inundació indica que una zona és coberta per aigua, sense precisar si es tracta

de molta o poca, si té molta velocitat o no. En la classificació del grau de perill de les inundacions que s'ha adoptat en el nostre treball i només ha estat possible fer 2 tipus: alta o mitjana (vegeu apartat 5 d'inundabilitat i el mapa i la corresponent llegenda de les figures 11 i 12). La mitja és la que ocupa la major part de les zones estudiades (com es pot veure a l'exemple de mapa de la figura 11) i inclou el cobriment per aigua des de pocs centímetres fins a 1,50 m o més.

Hauria estat molt interessant poder fer diferenciacions dins de la inundabilitat mitjana segons el calat (per exemple: fins a 10 cm, de 10 a 80 cm, més de 80 cm) però això no ha estat possible per manca d'informació.

Un altre aspecte important és l'accessibilitat de la informació. Quan es tracta de trobar informació, el primer són els arxius d'institucions i administracions, però sovint hi ha dades molt valuoses, recollides per particulars. En aquest cas la recerca és laboriosa, lenta i rarament exhaustiva.

Per afavorir l'accessibilitat seria molt útil que, pel que fa al territori s'establís un centre de recollida i arxiu de dades on els particulars poguessin enviar el material enregistrat. Seria el banc de dades local de les inundacions. En el cas de l'Alt Empordà ho assumirà l'Institut d'Estudis Empordanesos (IEE).

CONCLUSIONS

S'ha aplicat el mètode geomorfològic integrat (MGI) que és el més indicat quan no es disposa de dades de cabals o de precipitacions, però també per poder validar els resultats obtinguts per mètodes matemàtics/probabilístics. Un element geomorfològic bàsic per a identificar les zones inundables són les terrasses fluvials, que són els replans construïts pel riu i per on circula, circularà o circulava l'aigua. L'establiment de la gravetat i de les freqüències d'inundació ha estat possible gràcies a les dades d'inundacions anteriors (testimonis personals, fotos, vídeos, informes, etc.). El resultat ha estat els mapes d'inundabilitat de les rieres a escala 1:3000, que distingeixen diferents graus de perill.

S'han pogut diferenciar tres tipus d'inundabilitat o perillositat: alta, mitjana i zones protegides. En el cas particular de la riera de Portbou, s'afegeix la inundabilitat baixa associada a la presència d'un embassament. La majoria de zones cartografiades tenen perillositat mitjana. Les zones que s'anomenen protegides tenen protecció de tipus dic o canalització, però es poden inundar si es produeix una crescuda més gran que la que pot contenir l'obra, es trenca o no té un manteniment adequat. El risc zero no existeix.

Davant del risc d'inundació es pot actuar de diferents maneres, però la més recomanable és l'adaptació a la dinàmica dels cursos d'aigua a través de

l'ordenació del territori, és a dir, evitar ocupar i desenvolupar les zones amb perill greu d'inundació. Els mapes d'inundabilitat són els que visualitzen les zones amb diferents graus de perillositat o inundabilitat. Hi ha legislacions europees, estatals i autonòmiques que regulen aquesta problemàtica. Al moment de l'edició d'aquest article, l'ACA ha estudiat les rieres de Portbou, Llançà i el Port de la Selva amb modelitzacions hidràuliques i criteri de freqüència. A les altres rieres de la zona d'estudi que poden patir inundacions han indicat de manera general el curs de la riera, a partir de criteris geomorfològics. Seria bo que l'ACA tingués en compte el present treball i el conjunt de la tesi de Pere Mascareñas per completar i millorar la informació de la perillositat d'inundació de la zona d'estudi.

És molt recomanable que la població i les institucions enregistren les properes inundacions, tot indicant la localització i l'hora i el dia en què es pren la informació. Per facilitar l'accessibilitat seria convenient centralitzar la recopilació i custòdia dels documents de particulars. Per aquest motiu, demanem que, tothom que disposi de material, el faci arribar omplint la corresponent fitxa que podeu trobar a l'Annex 1 d'aquest treball a l'Institut d'Estudis Empordanesos (IEE).

En l'estat actual de la tecnologia i el coneixement en aquestes conques i les similars d'arreu, no és possible una predicció temporal (alertes), però sí que ho és la predicció espacial (mapes d'inundabilitat). Dit en termes col·loquials seria: no es pot dir quan plourà, però sí que es pot saber per on passarà l'aigua.

El fet de conèixer el perill d'inundació, i en general tots els perills, és un dret de cada persona. Per aconseguir aquests objectius, és necessària una presa de consciència derivada d'una educació adequada.

NOTA: La totalitat de dades, així com tots els mapes d'inundabilitat o de perillositat d'inundació de cada riera, ha donat lloc a la tesi doctoral de P. Mascareñas (2012) i es pot trobar a <http://www.tdx.cat/handle/10803/77858>

BIBLIOGRAFIA

- BOA, 25 de junio de 2007: DECRETO 89/2007, de 8 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de los Sotos y Galachos del río Ebro (Tramo Zaragoza-Escatrón). BOA núm. 75, 25 de junio de 2007, I Disposiciones Generales, Departamento de Medio Ambiente. URL: <https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/galacho/Porn.pdf>
- BOE, 15 julio 2010: Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación; BOE 15 julio 2010, 171: Sec.I: 61954-61967. URL: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/15/pdfs/BOE-A-2010-11184.pdf>

- CLAVAGUERA i CANET, J. "La nostra història. Els aiguats a la vall de Llançà durant la segona meitat del segle XIX". *Revista de Llançà*, Llançà, (1992), Festa Major d'Estiu, 8-9.
- CLAVERO PARICIO, P.; MARTIN VIDE, J.; RASO NADAL, J.M. *Atles climàtic de Catalunya. Termopluiometria*. Generalitat de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Institut Cartogràfic de Catalunya – Departament de Medi Ambient. Barcelona. 42 mapes, 1996.
- DOUE. Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. *Diario Oficial de la Union Europea* 6.11.2007, L288/27-I. 288-34. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:ES:PDF>
- DOGC. Article 6 del Reglament de la Llei d'urbanisme referent a les inundacions. DOGC núm. 4682 – 24/07/2006.
- FERNÁNDEZ-LAVADO, C.; FURDADA, G.; MARQUÉS, M.A. "Geomorphological method in the elaboration of hazard maps for flash-floods in the municipality of Jucuarán (El Salvador)" - *Natural Hazards Earth Syst. Sci.*, 7, (2007), 455-465.
- FERRER, M. et al. *Análisis del impacto de los riesgos geológicos en España. Evaluación de pérdidas por terremotos e inundaciones en el periodo 1987-2001 y estimación para el periodo 2004-2033*. Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio Educación y Ciencia. Referencia: MFG Servicio de Riesgos Geológicos, 2006. Memòria 136 p + mapes + annexos.
- FURDADA, G.; CALDERÓN, L.E.; MARQUÉS, M.A. "Flood hazard of La Trinidad (NW Ncaragua). Method and results". *Natural Hazards*, 45, (2008), 2:183-195.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. Plan de prevención de la Reserva Natural de los Galachos de La Alfranca de Pastriz, La Cartuja y El Burgo de Ebro, 2001. URL: http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/MedioAmbiente/Documentos/%C3%81reas/RedNaturaArag%C3%B3n/EspacIntegrRedNaturArag/EspaciosNaturalesProtegidos/PLAN_PREVENCION.PDF
- MASCAREÑAS, P. *Característiques i inundabilitat per rierades sobtades (flash flood) als torrents costaners del nord del Cap de Creus (Catalunya)*, 2012, 2 volums (345 i 138 p) i <http://www.tdx.cat/handle/10803/77858>
- Mississippi River Commision. *The Mississippi River and Tributaries Project: Floodways*, 2007. 13 pàg. URL: <http://www.mvd.usace.army.mil/Portals/52/docs/Floodways%20info%20paper.pdf>
- TAOUS, A.; OBDA, K.H.; AMYAY, M.; LAAOUANE, M.; TRIBAK, A.; AKDIM, B.; MARQUÉS, M.A.; FURDADA, G.; JULIA, R. "Cartographie et zonage de l'alea d'inondation a Taza (Maroc). Application de la «Méthode Géomorphologique Intégrée»", *Geomaghreb*, 6, (2010), p. 1-19.
- VILAPALANA, J. M. et al. "RISKCAT Els riscos naturals a Catalunya". *Informes del CADS* 6. Consell Assessor per al desenvolupament sostenible, Generalitat de Catalunya. Informe executiu, 2006, 227 p. CD-ROM amb informes d'expertesa i legislatiu. També a http://www15.gencat.net/cads/AppPHP/index.php?option=com_content&task=view&id=501&Itemid=125

ANNEX 1. Full de recollida de dades

Envieu aquesta fitxa omplerta a: *info@iee.cat*

Persona de referència (és la persona que ha fet la foto, ha recollit o té la informació escrita, oral, bibliogràfica, etc.):

Nom i cognoms:

Adreça de contacte/mail:

Localització:

Nom de la riera (si es coneix, per ex: riera Rilanda)

Nom del poble o municipi (si es coneix)

Lloc (com més precís millor), per exemple:

Carrer núm.

Carrer entre i

Carrer cantonada carrer

Coordenades GPS

Riera aigües amunt/aigües avall de

Data (de quan es va fer la foto, el vídeo):

Dia/mes/any (ex: 02/6/2009 o 2 de juny 2009): / /

Hora (ex: 17,45)

Indicatiu = nom del/s documents que s'envien

(per ex: Jaume1.jpg, Jaume2.doc

.....
.....

Observacions:

(aquí es pot posar qualsevol observació o comentari personal com per exemple sobre danys, si l'aigua va entrar a les cases, si arrossegava coses o fang i pedres, si va ser testimoni directe ...)